

SISTEM KONTROL KESTABILAN SUHU PENGHANGAT NASI MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Nurleli Hidayati^{1*}, Ratna Aisuwarya², Rahmi Eka Putri³

^{*123} Jurusan Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas Padang

Jl. Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163

³E-mail : aisuwarya@fti.unand.ac.id

ABSTRAK

Rice cooker merupakan peralatan elektronik rumah tangga yang memiliki dua fungsi yaitu memasak (*cooking*) dan memanaskan (*warming*). Pada saat memasak dan memanaskan arus listrik akan mengalir ke elemen pemanasnya masing-masing. *Rice cooker* yang ada di pasaran saat ini belum dilengkapi pengaturan suhu pada saat memanaskan nasi, dimana suhu *rice cooker* pada saat memanaskan relatif tidak sama dengan perubahan jumlah nasi, sehingga menyebabkan nasi cepat kering. Pada penelitian ini dirancang sistem kontrol kestabilan suhu selama memanaskan (*warming*) dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 yang diletakkan di salah satu elemen pemanas. Untuk mengontrol kestabilan suhu selama memanaskan nasi dilakukan pengontrolan tegangan yang digunakan selama memasak nasi. Pembacaan suhu dan tegangan yang digunakan akan ditampilkan di LCD. Hasil pengujian yang diperoleh untuk massa nasi 717 gram suhu penghangat nasi berkisar antara 74,7°C sampai 76,03°C, untuk massa nasi 336 gram suhu penghangat nasi berkisar antara 73,26°C sampai 75,21°C, dan untuk massa nasi 179 gram suhu penghangat nasi berkisar antara 72,75°C sampai 75,72°C.

Kata kunci: sistem kontrol kestabilan suhu, *rice cooker*, *fuzzy logic*

ABSTRACT

Rice cooker is a household electronic appliance that has two functions that is cooking and warming. When cooking and warming the electric currents will flow to their respective warming elements. *Rice cooker* today has not been equipped with temperature regulation when warming the rice, where the temperature of *rice cooker* at the time of warming is relatively unlike the change in the amount of rice, thus causing dry rice. In this research, the system designed to control the temperature stability during warming by using temperature sensor DS18B20 placed in one of the warming elements. To control the stability of the temperature during warming the rice, voltage control is used during rice cooking. The temperature and voltage readings used will be displayed on the LCD. The test results for 717 grams of warming temperature ranged from 74.7°C to 76.03°C, for 336 grams of warming temperature ranged between 73.26°C to 75.21°C, and for 179 grams of warming temperature ranges from 72.75°C to 75.72°C.

Keywords : temperature stability control system, *rice cooker*, *fuzzy logic*

PENDAHULUAN

Salah satu peralatan elektronik rumah tangga yang memudahkan dalam memasak nasi adalah *rice cooker*. *Rice cooker* pada umumnya memiliki dua fungsi yaitu memasak (*cooking*) dan memanaskan (*warming*). Pada saat memasak atau memanaskan arus listrik akan mengalir ke elemen pemanasnya masing-masing. Dari kondisi elemen pemanas inilah dapat diketahui berapa suhu pada saat memasak atau memanaskan nasi. Pada *rice cooker* yang beredar saat ini belum dilengkapi

pengaturan suhu pada saat memanaskan nasi. Pada saat memanaskan nasi, suhu yang dihasilkan relatif tidak sama untuk kuantitas nasi yang berbeda. Tidak adanya pengaturan suhu pada keadaan ini akan mempengaruhi kualitas nasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang dihadapi yaitu nasi cepat kering seiring berubahnya kuantitas nasi. Caranya yaitu dengan mengontrol kestabilan suhu pada saat menghangatkan nasi (*warming*) seiring dengan berubahnya massa nasi dengan

menggunakan metode *fuzzy logic*. Pendeteksian suhu menggunakan sensor suhu DS18B20 yang memiliki karakteristik yang tahan terhadap air. Sensor ini diletakkan di salah satu elemen pemanas. Untuk mengontrol kestabilan suhu selama memanaskan nasi dilakukan pengontrolan tegangan yang digunakan selama memasak nasi. Hasil dari pembacaan suhu dan tegangan yang digunakan akan ditampilkan di LCD.

Prinsip kerja *rice cooker*

Bagian elektrik terpenting dari *rice cooker* adalah *leaf switch*, sensor panas magnetik, dan *heating element* (elemen pemanas). *Leaf switch* adalah saklar utama yang terkait dengan tuas/tangkai pemindah posisi *cook* (memasak) atau *warm* (menghangatkan). Apabila tangkai pemindah posisi ditekan ke bawah (posisi *cook*) maka kontak *leaf switch* akan menyambungkan sumber AC 220V ke elemen pemanas untuk memasak (*heating element*). Elemen pemanas ini akan memanasi logam tempat duduk panci dengan panas yang tinggi yang ditandai dengan led1 menyala.

Pada saat nasi sudah matang, sensor panas magnetik akan mendapatkan limpahan panas yang lebih besar dari panci hingga hilang sifat kemagnetannya. Pada saat itulah tangkai pemindah posisi akan jatuh ke posisi bawah (posisi *warm*) dan led2 akan menyala sehingga kontak *leaf-switch* kini menyambungkan sumber AC 220V kepada elemen penghangat (*warming-element*).

Rice cooker memanfaatkan penggunaan prinsip kerja rangkaian listrik untuk proses memasak atau menghangatkan nasi. Pada gambar 1 terlihat rangkain listrik yang digunakan terletak pada bagian dalam *rice cooker*.



Gambar 1 Bagian Dalam *Rice Cooker*

Bagian penting dari *rice cooker* yang membantu selama proses memasak atau menghangatkan nasi adalah elemen pemanas.

Pada *rice cooker* ini terdapat tiga elemen pemanas yang terletak di bagian samping, bawah dan atas seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Letak Elemen Pemanas *Rice Cooker*

Digital Thermal Probe DS18B20

Digital Thermal Probe DS18B20 merupakan sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*). DS18B20 tidak mengeluarkan output berupa tegangan, namun berupa pulsa digital. Output yang berupa digital ini langsung dihubungkan ke pin digital mikrokontroler, tidak melalui ADC. Komunikasi sensor ini melalui *1-wire bus* yang berarti hanya membutuhkan satu jalur data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler (dfrobot.com, 2016).

Sistem Kontrol

Sistem kontrol (*control system*) merupakan proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variable* atau *parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau *range* tertentu. Contoh *variable* atau *parameter* fisik adalah tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*) dan lain-lain (Adriyansyah, 2015).

Fuzzy Logic Metode Sugeno

Dalam sistem inferensi fuzzy, terdapat tiga metode yang umum digunakan yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno (Mahargiyak, 2013). Pada penelitian ini, menggunakan metode Sugeno orde-nol. Untuk mendapatkan output fuzzy dari metode Sugeno, ada empat tahapan yaitu pembentukan himpunan fuzzy, pembentukan *rule base fuzzy*, *rule base (inferensi)* metode min dan defuzifikasi.

Rule base IF-THEN dirancang sebagai dasar dalam pengambilan keputusan di *fuzzy logic*. Contoh umum dari *rule base* pada metode Sugeno :

If input1 = x dan input2 = y then output adalah $z = ax + by + c$

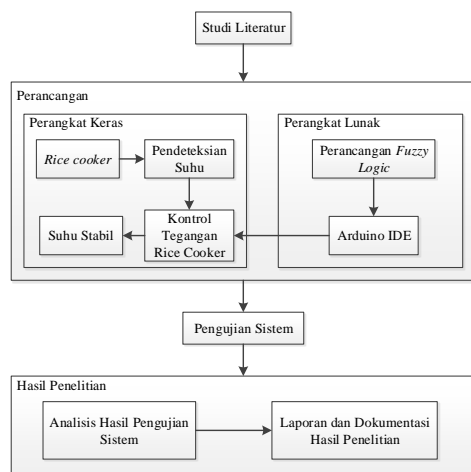
Level output pada metode Sugeno orde-satu berupa persamaan linier. Namun, pada metode Sugeno orde-nol, nilai output Z adalah konstan. Metode defuzifikasi yang digunakan pada tipe *fuzzy logic* ini terdiri dari dua metode yaitu *weighted average* dan *weighted sum*. Metode defuzifikasi dilakukan untuk mendapatkan nilai output dari *fuzzy logic*, sehingga dapat diimplementasikan ke aktuatur. Persamaan dari kedua metode dapat dilihat pada persamaan 1 dan persamaan 2.

$$\text{Weighted average} : Z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

$$\text{Weighted sum} : Z = \sum_{i=1}^n w_i \times z_i \quad (2)$$

METODE

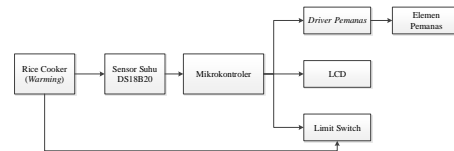
Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Metodologi dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Metodologi Penelitian

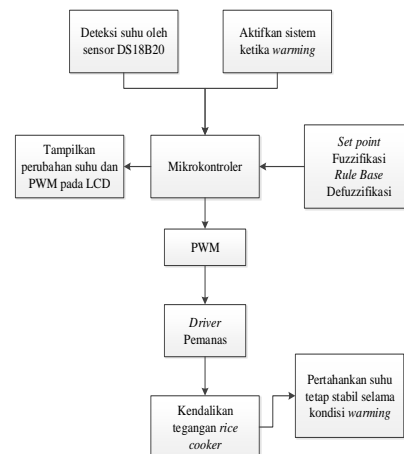
Perancangan Perangkat Keras

Sistem yang dirancang yaitu sistem yang akan aktif jika keadaan telah terpenuhi, yaitu *rice cooker* dalam kondisi *warming* setelah tahap *cooking*. Penanda sistem ini aktif adalah limit switch dalam kondisi ON. Pada kondisi ini sistem akan mulai aktif dan akan mulai melakukan pengukuran suhu nasi pada *rice cooker* dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Blok Diagram Sistem

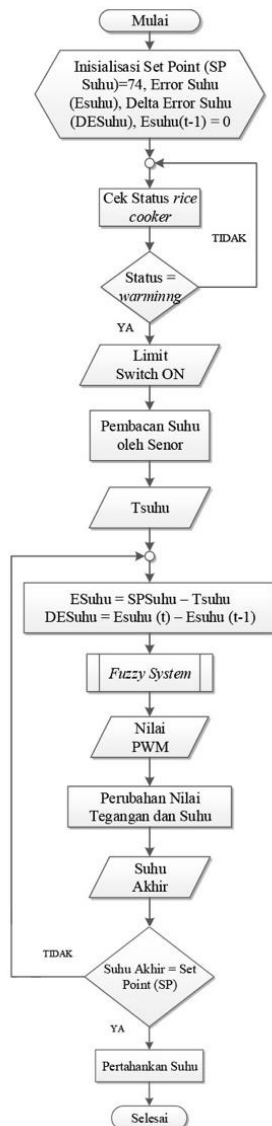
Sistem pengontrolan akan aktif pada kondisi *warming* setelah tahap *cooking*. Selanjutnya akan dilakukan pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DS18B20. Pengontrolan suhu dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang masuk berdasarkan sinyal PWM dari output *fuzzy logic*. Apabila suhu lebih rendah atau lebih tinggi dari *set point* yang ditetapkan maka tegangan akan diubah agar suhu sama dengan *set point*, seperti terlihat pada blok diagram proses pada gambar 5.



Gambar 5 Blok Diagram Proses

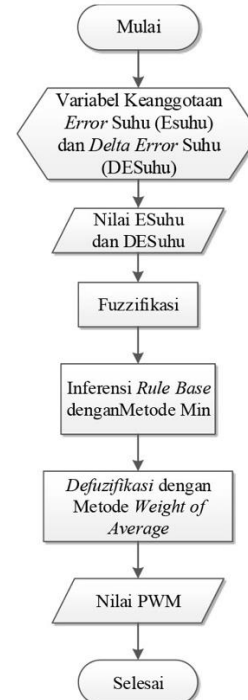
Perancangan Perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem kontrol kestabilan suhu selama proses pemanasan ini mulai bekerja pada kondisi *warming* yang akan ditandai dengan pengaktifan limit switch, kemudian akan dimulai proses pembacaan suhu dan pengontrolan kestabilan suhu dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Flowchart program yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Flowchart Program Utama

Pada tahap awal akan diinisialisasi beberapa variabel yang digunakan yaitu *set point* suhu (SP Suhu), *Error* suhu (ESuhu) dan *Delta Error* suhu (DESuhu). Pembacaan suhu akan dimulai ketika saat *rice cooker* dalam kondisi *warming*. Suhu yang terbaca akan digunakan untuk memperoleh nilai ESuhu dan DESuhu. Nilai ini akan digunakan untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Output yang diperoleh akan mempengaruhi tegangan pada *rice cooker* sekaligus mempengaruhi suhu pada saat itu. Jika suhu yang diperoleh sama dengan *set point* maka akan dipertahankan suhu pada titik tersut, jika tidak akan dilakukan penghitungan kembali. Flowchart proses *fuzzy logic* seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Flowchart Proses Fuzzy Logic

Perancangan himpunan dan fungsi keanggotaan fuzzy dilakukan dalam tahapan fuzzifikasi, yaitu keanggotaan untuk ESuhu dan DESuhu. Tahap selanjutnya yaitu inferensi *rule base* dengan metode min dan terakhir yaitu defuzzifikasi dengan metode *weight of average*. Pada tahap defuzzifikasi dilakukan proses perhitungan untuk menentukan output (berupa nilai PWM) yang akan mempengaruhi tegangan sekaligus suhu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem ini terdiri dari sebuah *rice cooker* yang berkapasitas 0,6 liter yang digunakan pada kondisi *warming*. Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20, *driver* pemanas dengan memanfaatkan *solid state relay* (SSR) dan LCD. Implementasi alat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Alat Pengontrolan Kestabilan Suhu Penghangat Nasi pada Kondisi Warming
Rice cooker akan terhubung ke sebuah terminal yang telah terhubung ke tegangan

sumber (PLN) dan mikrokontroler Arduino Uno. Tegangan yang diterima oleh *rice cooker* merupakan tegangan hasil pengolahan mikrokontroler Arduino Uno. Hasil pengolahan tersebut berupa nilai PWM yang akan mengontrol suhu penghangat nasi melalui tegangan yang diterima oleh *rice cooker*. Tegangan inilah yang akan digunakan selama kondisi *warming*.

Pengujian Sistem

Objek pengujian sistem ini yaitu nasi yang telah dimasak dengan komposisi beras 2 cangkir (292 gram) dan air 0,507 liter selama lebih kurang 36 menit. Pengujian hanya dilakukan selama kondisi *warming*. Bentuk pengujian terdiri dari pengujian suhu penghangat nasi tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* serta besarnya energi listrik yang digunakan selama menghangatkan nasi. Masing-masing bentuk pengujian diberikan tiga kondisi yaitu massa nasi 717 gram atau tanpa pengurangan, 336 gram (lebih kurang setengah bagian dari massa semula), dan 179 gram (lebih kurang seperempat bagian dari massa semula).

Pengontrolan suhu untuk setiap kondisi ini memanfaatkan perubahan nilai PWM menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Pengontrolan ini akan mempengaruhi tegangan yang diterima *rice cooker* yang tentunya akan mempengaruhi suhu. Hasil dari ketiga bentuk pengujian ini akan dibandingkan dari segi suhu penghangat nasi selama memanaskan.

Pengujian Suhu Penghangat Nasi dengan Massa Nasi 717 Gram

Bentuk pengujian suhu penghangat nasi pada kondisi ini terdiri dari dua yaitu pengujian tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic*. Masing-masing pengujian dilakukan selama 24 jam. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

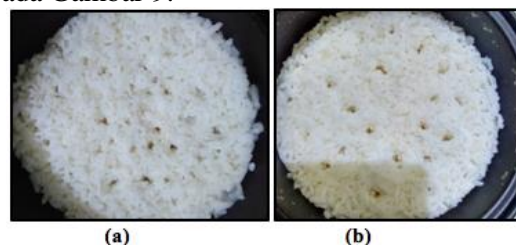
Tabel 1 Perubahan Suhu Penghangat Nasi dengan Massa 717 Gram

Jam ke-	Suhu tanpa Fuzzy Logic (°C)	Suhu Menggunakan Fuzzy Logic (°C)
1	76,62	82,62
2	74,5	79,5
3	75	75,56
4	74,81	74,92
5	74,44	74,62

Jam ke-	Suhu tanpa Fuzzy Logic (°C)	Suhu Menggunakan Fuzzy Logic (°C)
6	74,37	74,62
7	74,12	74,79
8	74,5	75,09
9	74,44	75,2
10	72,75	74,54
11	74,12	74,7
12	73,31	74,29
13	73,69	74,25
14	73,12	74,78
15	74,44	74,68
16	74,75	75,15
17	74,44	75,61
18	75,37	75,94
19	74,75	76,03
20	75	75,84
21	75,87	76
22	75,94	75,66
23	75,62	75,06
24	75,5	75,03

Berdasarkan Tabel 1, suhu yang dihasilkan selama pengujian 24 jam bersifat fluktuatif dengan selisih pengukuran yang cukup kecil. Dari pengukuran yang dilakukan selama 24 jam terlihat suhu relatif stabil pada titik 74°C (pada jam ke 4 sampai jam ke 9).

Pengujian suhu penghangat nasi menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* relatif stabil pada titik 74°C mulai jam ke 4 setelah *cooking* selesai. Selama 24 jam pengujian, diperoleh rentang suhu penghangat nasi antara 74,7°C sampai 76,03°C. Jika dibandingkan hasil kedua bentuk pengujian tersebut, secara keseluruhan tidak terlihat perbedaan. Namun, perbedaan antara keduanya dapat dilihat dari kondisi nasi yang dihangatkan dalam 24 jam. Perbedaan kondisi nasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Kondisi Nasi yang Dihangatkan 24 Jam (717 Gram); (a) Tanpa Fuzzy Logic ; (b) Menggunakan Fuzzy Logic

Pengujian Suhu Penghangat Nasi dengan Massa Nasi 336 Gram

Nasi dihangatkan selama 24 jam dengan melakukan pengurangan setengah bagian dan

pengambilan data suhu dilakukan setiap jamnya. Pengujian juga dilakukan dua bentuk yaitu tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic*. Hasil pengujian untuk kondisi ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perubahan Suhu Penghangat Nasi dengan Massa 336 Gram

Jam ke-	Suhu tanpa Fuzzy Logic (°C)	Suhu Menggunakan Fuzzy Logic (°C)
1	75,62	75,76
2	72,19	73,94
3	71,44	73,69
4	72,31	74,42
5	76,12	75,15
6	77,56	74,11
7	77,31	74,56
8	77,87	74,04
9	78,56	74,2
10	78,69	74,61
11	77,62	74,48
12	74,5	73,83
13	73,87	73,75
14	70,31	75,03
15	69	74,28
16	69,44	74,2
17	70,31	74,03
18	69,62	73,89
19	70,62	74,4
20	74,56	73,71
21	78,06	74,98
22	77,94	75,21
23	77,06	73,89
24	73,12	73,26

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa suhu penghangat nasi tanpa pengontrolan bersifat fluktuatif pada rentang suhu 69°C sampai 78,69°C (pengecualian untuk suhu pada jam ke nol). Suhu pada jam ke nol diperoleh sebesar 79,5°C, ini lebih rendah dari suhu jam ke nol pada kondisi nasi penuh. Penurunan suhu terjadi karena kondisi *rice cooker* yang awalnya tertutup rapat, kemudian dibuka.

Pengujian suhu menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* terlihat relatif stabil pada titik 74°C mulai jam ke 4 setelah *cooking* selesai. Selama 24 jam pengujian, diperoleh rentang suhu penghangat nasi antara 74,7°C sampai 76,03°C. Pengontrolan *fuzzy logic* ini juga memberi pengaruh terhadap kondisi nasi seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Kondisi Nasi yang Dihangatkan 24 Jam (336 Gram); (a) Tanpa FuzzyLogic; (b) Menggunakan FuzzyLogic

Pengujian Suhu Penghangat Nasi dengan Massa Nasi 179 Gram

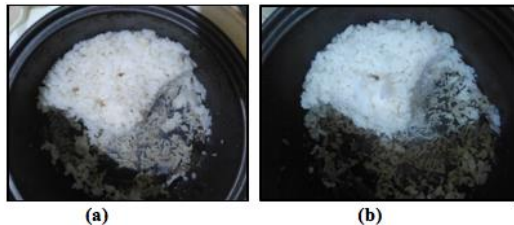
Pada kondisi ini juga dilakukan pengujian suhu penghangat nasi tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* selama 24 jam. Hasil pengujian untuk kondisi ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perubahan Suhu Penghangat Nasi dengan Massa Nasi 179 Gram

Jam ke-	Suhu tanpa Fuzzy Logic (°C)	Suhu Menggunakan Fuzzy Logic (°C)
1	79,06	75,72
2	79,19	74,72
3	79,19	74,28
4	78,12	74,44
5	78,37	73,67
6	78,25	74,06
7	79,37	74,54
8	77,37	74,73
9	77,19	74,93
10	78,87	74,31
11	79,06	73,82
12	77,87	74,47
13	77,69	72,75
14	77,75	74,23
15	77,62	74,7
16	77,62	74,62
17	77,62	74,34
18	77,25	75,2
19	77,25	75,14
20	77,25	74,56
21	78	73,42
22	77,56	74,15
23	77,12	74,22
24	77,44	74,31

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa suhu yang diperoleh pada kondisi ini tanpa pengontrolan *fuzzy logic* lebih tinggi dibandingkan suhu kondisi lain pada perlakuan yang sama. Suhu yang diperoleh berkisar antara 77,12°C sampai 79,37°C yang lebih tinggi dari titik stabil yaitu 74°C. Pada pengujian suhu menggunakan pengontrolan

fuzzy logic suhu yang diperoleh lebih rendah dibandingkan suhu tanpa pengontrolan. Suhu penghangat nasi diperoleh berkisar antara $72,75^{\circ}\text{C}$ sampai $75,72^{\circ}\text{C}$ yang lebih mendekati titik stabil. Kondisi nasi selama 24 jam tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Kondisi Nasi yang Dihangatkan 24 Jam (179 Gram); (a) Tanpa *FuzzyLogic* ;
(b) Menggunakan *FuzzyLogic*

SIMPULAN DAN SARAN

Sistem yang dibuat telah berhasil mengontrol kestabilan suhu penghangat nasi pada 74°C dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Suhu penghangat nasi dengan massa nasi 717 gram berkisar antara $74,7^{\circ}\text{C}$ sampai $76,03^{\circ}\text{C}$, pada massa nasi 336 gram suhu yang diperoleh berkisar antara $73,26^{\circ}\text{C}$ sampai $75,21^{\circ}\text{C}$, dan pada massa nasi 179 gram suhu yang diperoleh berkisar antara $72,75^{\circ}\text{C}$ sampai $75,72^{\circ}\text{C}$.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk meletakkan sensor suhu di bagian elemen pemanas lain yaitu berada di sekeliling *rice cooker* dan mencoba untuk menggunakan jenis *rice cooker* dengan kapasitas yang berbeda yaitu 1 liter, 1,8 liter dan 2 liter.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Andi. 2015. *Dasar Sistem Kontrol*. “tidak diterbitkan”. Universitas Mercu Buana, Yogyakarta.
- Mahargiyak, Eka. 2013. *Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Waterproof DS18B20 Digital Temperature Sensor
http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=689#.V8g_NPkrLIU (Diakses tanggal 29 Agustus 2016)